디지틀 데이터 전용회선망의 동기망 구성에 대한 연구

°고 성 원, 서 양 원, 이 상 일
한국전기통신공사 사업지원본부

A Study on the Network Synchronization of the Digital Private Line Network

Sung Won Ko , Yang Won Seo , Sang Il Lee
Korea Telecommunication Authority Reseach Center

Abstract

The digital private line network provides synchronous data communications over dedicated facilities at several speeds. This service became available to several major metropolitan areas in 1986 with speeds of 4800, 9600, 56000 b/s. The network is expected to grow to include many city areas. In this paper, synchronization plan for the network is proposed.

I. 서론

한국전기통신공사는 1986 년 6월에 서울, 부산, 대구 등 3개 지역의 시내구간과 서울 - 부산, 서울 - 대구 등 2개 시외구간에 디지틀 전송방식에 의한 디지틀 데이터 전용회선망을 구성하였으며, 1987년 3월에는 서울, 인천, 수원, 안양, 부산, 마산, 대전, 청주, 광주, 대구, 포항, 구미, 전주, 제주 등 전국 14개 주요도시의 시내구간과 서울과 나머지 13 개 주요 도시간의 시외구간으로 대폭 확장하였다. 이 망에의해 제공되는 서비스를 부호급 특정통신회선 서비스라고한다.

이 부호급 특정통신회선은 아날로그 전송방식에 의한 기존의 전화급 특정 통신회선에 비해 더 많은 데이터를 고속으로 전송할 수 있을뿐 아니라 잡음이나 누화와 같은 전송상의 장애에 별로 영향을 받지 않으므로 통신품질이 향상된 서비스를 제공할 수 있는 장점을 갖는다.

디지틀 데이터 전용회선망은 여러 전송장치가 상호결합되어 구성된 망으로서 각 전송장치는 독립된 clock원을 갖고 있다.

온도나 습도에 의한 전파속도의 변화나 온도에 의한 전송로 길이의 변화에 의한 전송지연시간의 변화는 clock주파수의 변동과 동일한 영향을 미친다.

전송단국장치에서 입력 bit 속도가 출력 bit 속도보다 빠르면 데이터가 중복되고, 반대로 느리게 되면 데이터가 손실된다. 이와 같은 현상에 의한 데이터 손실을 slip 이라고 한다. 디지틀 데이터 전용회선망에서 slip 이 발생되지 않도록 하기 위해서는 모든 전송 장치가 동일한 평균 주파수에 동기되어야 하며, 전송지연의 변화를 흡수할 수 있어야 한다.

전자의 문제는 전송장치의 입력단에 데이터를 저장할 수 있는 elastic store를 설치하므로 해결되나, 후자는 전체망을 동기시키는 방안이 수립되어야 한다.

본 논문에서는 I장의 서론에 이어, II장에서 디지틀 데이터 전용회선망의 구성을 설명하고, III 장에서 동기망 구성 방안을 제시하며, IV장에서 결론을 맺는다.

II. 디지틀 데이터 전용회선망의 구성

은행의 on-line 업무나 기업의 본사와 지사간의 데이터 전송 등과 같이 특정한 두 이용자 사이에 전용으로 사용되는 특정 통신회선의 수요가 나날이 증가하여 1987 년 2월 현재 2만회선을 초과 하였다.

이 회선은 거의 대부분 아날로그 방식에 의한 전화급 특정통신회선으로 구성되어 있다. 이 특정 통신회선은 시간 제약 없이 언제나 사용가능하며, 일정한 수준의 회선품질이 유지되므로 통신데이터량이 많을 경우에 공중전화교환망 (PSTN) 을 이용하는 것보다 유리하다.

현재 서비스 중인 전화급 아날로그 회선에 이어 새로운 부호급 특정통신회선이 1986 년 3월 부터 제공되므로써 특정통신회선의 디지틀화 시대가 열렸다.

디지틀 전송방식에 의한 부호급 특정통신회선은 기존의 전화급 특정통신회선에 비해 다음과 같은 장점을 갖는다.

. 데이터를 고속으로 전송할 수있다.
. 잡음이나 누화 등의 영향을 거의 받지 않는 고품질의 데이터 전송이 가능하다.
. 회선종단 장치로 DSU (Digital Serviec Unit) 를 접속사용하므로 전송속도가 높을수록 modem 보다 가격이 저렴하다.

통신분야에 디지틀 기술이 도입된 동기는 데이터 처리분

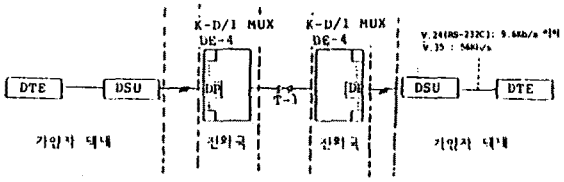
야의 수요에 의한것이 아니라 음성서비스의 품질을 개선하기위해서 였다. 그러나 컴퓨터와 컴퓨터, 컴퓨터와 터미널 사이의 데이터통신은 디지틀 형태의 신호를 교환하므로 디지틀 전송방식이 본질적으로 데이터의 전송에 적합하다.

북미 PCM 방식의 T-1 carrier는 24 회선의 64 Kb/s 데이터를 전송할 수 있다. 이것은 64Kb/s X 24 = 1536Kb/s 의 데이터를 전송하는 것을 의미하다. 그러나 아날로그 전화급 음성회선은 최대로 9.64Kb/s 데이터를 고가의 modem을 사용해서 전송할수 있다. 이것은 24 회선을 통해 9.6 Kb/s X 24 = 230.4 Kb/s 의 데이터를 전송할 수 있다는 것을 나타낸다. 이상의 비교에서 알수있는 바와 같이 디지틀 전송방식은 아날로그 전송방식에 비해 약 6배정도의 데이터 전송속도를 갖는다. 이 전송속도의 장점을 데이터를 고속으로 전송하거나, 에러 교정을 위한 redundancy를 추가하는데 이용한다.

뿐만아니라 디지틀 전송방식은 전송로의 일정구간마다 설치된 재생중계기 (regenerative repeater)에서 데이터를 구성하는 bit가 재생되므로 전송로 상의 잡음이나 누화 등이 축적되지 않아서 아날로그 전송방식에 비해 전송상의 장애에 강한 장점을 갖는다.

특정통신회선을 도로에 비유하면 부호급 특정통신회선은 고속도로에, 그리고 전화급 특정통신회선은 지방도로에 비유할 수 있다. 고속도로가 설치되었다고 지방도로가 불필요하지 않는 것처럼 이 두 서비스는 상호보완적으로 활용될 것이다.

이상과 같은 특성을 갖는 부호급 특정통신회선의 구성은 그림-1 과 같다.



* DTE : Data Terminal Equipment
DSU : Digital Service Unit
DP : Data Port

그림1. 시내구간의 부호급 특정통신회선의 구성

DSU (Digital Service Unit)와 DTE (Data Terminal Equipment) 사이의 interface 규격은 9.6Kb/s 이하에서는 CCITT Rec. V. 24 (EIA RS-232C) 를, 56Kb/s 에서는 CCITT Rec V. 35를 사용한다.

가입자 단말기와 전화국은 4선으로 연결된다. 이 4선의 전송로를 통해 bipolar 디지틀 신호가 전송되기 때문에 장하코일 (loading coil) 의 제거, built-out capacitor 의 제거, BT (Bridged Tap) 길이의 제한 등의 조치가 취해져야 한다.

최대 허용거리는 케이블 심선의 굵기와 디지틀 전송속도 (bit rate) 에 따라 정해진다.

그리고 전화국에 위치하는 DE-4 PCM 단국장치와 K-D/I MUX의 음성용 channel unit 대신에 data port로 교체되어야 한다.

따라서 부호급 특정통신회선은 음성통신과 동일한 전송시설을 공용하며, 단지 기능적으로 분리되어 있다. 이와같이 음성용 전송시설로 설치된 T-1 carrier를 이용하여 효과적으로 시내구간의 부호급 특정통신회선 서비스를 제공할 수 있다. 시외 장거리 구간에는 T-1 carrier가 없기 때문에 디지틀 M/W 나 optical fiber 를 다른 서비스와 공용한다.

현재 4.8 Kb/s, 9.6 Kb/s, 56Kb/s 급의 서비스를 제공하고 있다. 이 서비스는 1987 년 2월 현재 385 회선으로 속도별 이용자는 4.8 Kb/s 급이 240회선, 9.6 Kb/s 급이 132회선, 56Kb/s 급이 13회선 등이다.

이 부호급 특정통신회선은 다음과 같은 문제점을 갖는다.

. T-1 carrier가 많이 설치된 대도시 지역에서만 이용가능하다. 그리고 가입자 DSU가 전화국을 연결하는 4선 전송로의 길이도 최대허용감쇄량 (31dB) 에 의해 제한 되므로 사용범위가 제한된다.

이용자가 codec을 설치하지 않으면 음성통신기능이 없다 전화급 특정통신회선은 data set 의 변복조용회로를 by-pass시키서 음성 mode 로 동작시키면 단말기 설치작업이나 유지보수 작업시 음성통신이 가능하다.

III. 동기망 구성방안

디지틀 전송장치의 clock 공급방식으로 다음 3가지가 있다.

. 자체 clock 공급방식 : 장치내부에 내장되어 있는 crystal 발진기의 출력을 이용한다.

. 수신 clock 종속 공급방식 : 수신되는 데이터로 부터 추출된 clock 을 이용한다.

. 외부 clock 공급방식 : 동일장소에 위치하는 정확한 clock 원으로 부터 공급되는 clock을 이용한다.

디지틀 전송장치가 음성정보를 전송할 경우에는 첫째 방식이 사용된다. 그러나 디지틀 교환기와 아날로그 교환기가 연결되는 구간에서 아날로그 교환기측에 A/D변환장치로서 사용되는 디지틀 전송장치에는 두번째 방식이 적용된다. 즉 디지틀교환기에서 송출되는 데이터는 디지틀교환기의 고도로 안정된 clock에 의해 만들어 졌기 때문에 이 데이터로 부터 추출된 clock을 사용한다. 이 방식을 loop timing 방식이라고도 한다.

디지틀 전송장치에 음성용 channel unit 대신으로 DP(Data Port) 를 실장하여 데이터를 전송할 경우에는 양 단국 장치중 한 단국은 master 로, 나머지 단국은 slave로 지정해서 두번째 방식을 적용해야 한다. DP 에는 데이터 bit속도를 조정하기 위한 buffer 가 내장되어 있다. 수신되는 데이터는 이것으로 부터 추출한 clock에 의해 buffer 에 기록되고 내부 clock에 의해 출력되므로 연결되는 양 단국에 위치하는 전송장치의 clock이 일치하지 않으면 buffer 에서 데이터가 overflow 되거나 underflow 되어 slip 이 발생된다.

망의 구성이 단순하면 두번째 방식에 의해 간단하게 slip 이 발생되지 않도록 운영할 수 있다. 그러나 망이 확장되어 전송장치의 수가 증가되고 연결구간이 다양해 지면 이 두번째 방식에 의한 동기망은 아주 복잡하게 된다. 그결과 망의 유지보수, 관리, 확장시 융통성 결여 등의 문제가 발생된다.

따라서 세번째 방식을 적용해야 한다.

이 방식은 전송장치가 위치하는 전화국마다 clock공급장치를 설치하여 직접 clock신호를 국내에 위치하는 모든 전송장치에 공급한다.

이 clock 공급장치 상호간의 동기는 master slave 방식으로 유지 시킨다. 1계위의 clock 공급장치는 KRF (Korea Reference Frequency)로 부터 기준신호를 공급받는다. 1계위의 clock 공급장치는 내장된 PLL (Phase Locked Loop)을 이용하여 KRF의 기준신호에 출력주파수를 동기 시킨다.

3 중화된 Cesium clock 으로 구성된 KRF는 대전지역에 설치될 예정이다. 한국전기통신공사는 공중전화교환망(PSTN)의 디지틀화의 진전에 따라 KRF의 도입계획을 수립하였으며, 1986년 4월에 한국표준연구소 (KSRI) 와 KRF의 운용관리협정을 체결하였다.

이 KRF출력은 동축케이블과 같이 외부 영향을 거의 받지않는 아날로그 전송장치를 통해 pilot tone 형태로 전송하는 것이 유리하다. 2계위의 clock공급장치는 1계위의 공급장치에 위해 만들어진 DS-1 (1.544 Mb/s)을 기준신호로 사용한다. 이 DS-1 기준신호는 데이터 전송용으로 사용되는 T-1 전송로로 부터 공급된다. 이와같은 기준신호는 신뢰도를 위해 각각 다른 clock원에 의해 만들어진 DS-1 을 선택하는 것이 바람직하다. 그러나 직접 연결되는 국이 1국뿐일 경우에는 다른 전송경로로 부터 1개씩 선택한다.

이와같은 방식에 의한 부호급 특정통신회선의 동기망 구성안은 그림-2 와 같다.

상위계위나 동일계위의 clock 분배장치에 의해 출력되는 신호는 기준신호로 이용할 수 있으나, 하위계위의 clock 분배장치에 의해 출력되는 신호는 기준신호로 이용할 수 없다.

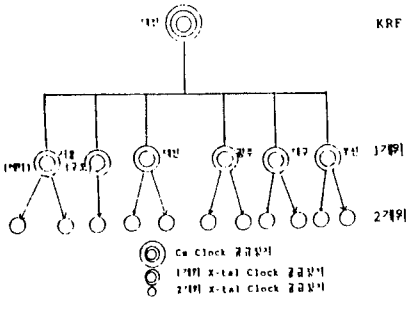


그림-2 부호급 특정통신회선의 동기망 구성안

가입자 댁내에 위치하는 DSU (Digital Service Unit) 는 수신되는 데이터로 부터 추출된 clock을 이용한다.

시외구간의 부호급 특정통신회선은 DS-1 보다 높은 단계로 다중화 되는 대용량 전송장치를 포함한다.

이와같은 대용량 전송장치는 rate 동기를 위해 pulse stuffing 에 의한 비동기 방식을 적용하고 있다. 그러나 부호급 특정통신회선의 동기망은 DS-1 에 동기되어 있기 때문에 DS-3나 DS-3C 단계의 전송장치와 독립적으로 운영될 수 있다.

clock 공급장치는 그림-3과 같이 8Kb/s, 64 Kb/s 를 포함하는 복합Clock 을 공급한다. 8Kb/s는 극성의 위반으로 표현된다. 이 복합 clock은 전송장치에서 8Kb/s byte clock 과 64Kb/s의 bit clock 으로 변환된다. byte clcok 은 1 time slot 을 정의하고, bit clock 은 1 time slot 을 구성하는 8개 bit를 정의한다. byte clock에 의해 정의되는 8번째 bit는 망제어 bit로 사용된다. 이 bit가 1이면 그 time slot 은 데이터를 포함하고, 0 이면 의미없는 bit 이거나 loop back 과 같은 유지보수용 정보를 포함하고 있다.

56Kb/s급의 데이터전송은 그림4 와 같이 1 - 7번째 bit를 사용한다. 2.4Kb/s 4.8Kb/s및 9.6 Kb/s 와 같은 저속 (subrate) 급의 데이터전송은 2 - 7 번째 bit 를 사용한다. 2.4 Kb/s 급은 데이터 byte 사이에 의미없는 데이터 byte (stuff byte) 나 에러교정을 위해서 동일한 데이터 byte 를 19개, 4.8Kb/s 급은 9개, 9.6Kb/s 급은 4개를 삽입시켜 전송한다. 저속 (subrate)급에서 1번째 bit는 저속동기 channel 로 사용된다.

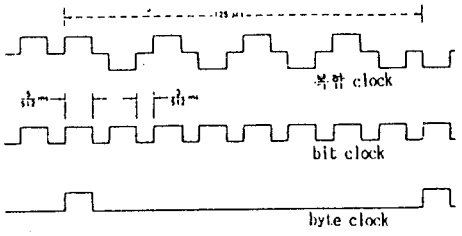


그림 - 3 clock 공급장치의 복합 clock 출력

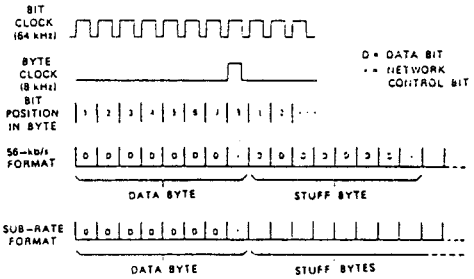


그림 - 4 64Kb/s (DS-0) 데이터 format signal

Ⅳ. 결론

부호급 특정통신회선의 동기는 관련 전송장치가 위치하는 전화국에 clock 공급장치를 설치하고, 이 clock 공급장치를 계위에 의해 master slave방식으로 운영하는 것이 성능, 가격, 유지보수 및 관리측면에서 적당하다고 판단된다.

이와같이 전화국마다 clock공급장치를 설치하여 전송장치에 직접 공급하므로써 동기망 구성이 단순하게 되고 망 확장시에 용이하게 적용할 수 있다.

그리고, 전송장치간의 64 Kb/s 단위로 channel patch 가 용이하게 되므로 융통성 있는 회선구성이 가능해지고, 이에따라 전송장치의 운용효율도 개선시킬 수 있다. 이 clock 공급장치는 가격을 고려해서 성능을 구분하여 설계하는 것도 고려할 수 있다.

1계위에 설치되는 장치는 memory 를 갖고, 외부의 기준신호에 의해 제어되는 고도로 안정된 clock 공급장치로 설계하여 외부기준신호가 중단 되더라도 memory 에 기록된 주파수로 계속 동작이 유지되도록 한다.

이에 비해 2 계위에 설치되는 장치는 하위계위로 clock 정보를 전달하지 않기 때문에 안정도는 약간 낮으나 가격이 저렴한 장치로 설계하는 것이 좋다. 그러나 망의 확장에 대비해서, 1계위의 clock 공급장치로 쉽게 전환이 가능토록 설계시에 고려해야 한다.

끝으로 clock 공급장치의 세부성능, 각계위별 clock 안정도 및 slip rate에 대해서 앞으로 더 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

(1) John Bellamy, "Digital Telephony" , A Wiley-Interscience, 1981.

(2) N.E. Snow and N.Knapp, Jr., "Digital Data System : System Overview" BSTJ, Vol.54, No.5, PP 811 - 832 , May-June, 1975.

(3) B.R. Saltzberg and H.M. Zydney , "Digital Data System : Network Synchronization", BSTJ, Vol. 54, No.5 pp 879-892, May-June. 1975.

(4) P.Benowitz, S.J. Butterfield, M.P Cichetti, Jr. and T.G Cross,"Digital Data System : Digital Multiplexers " , BSTJ, Vol.54, No.5, pp 893-918, May-June. 1975.